

宇宙 × ICT に関する懇談会

議論の要約

事務局

●これまでとこれからの検討

検討事項

第1回	H28.11.04	10:00-12:00	宇宙×ICTの目指すところ	
第2回	H28.12.20	13:00-15:00	重点課題	リモセン
第3回	H29.01.25	16:00-18:00	重点課題	通信・宇宙探査
第4回	H29.02.06	14:00-16:00	重点課題	宇宙環境・基盤技術(本日)
第5回	H29.02.22	14:00-16:00	重点課題	宇宙×ICT・セキュリティ
第6回	H29.03.13	14:00-16:00	重点課題	宇宙×ICTビジョン総括 (中間とりまとめ)



本日は
ここまでの
議論を要約

H29.03-04 宇宙産業ビジョンとりまとめ

●宇宙×ICTがめざすところ

※開催要綱から抜粋

1 目的

近年、情報通信技術（ICT）の進化により世界規模で情報のネットワーク化とイノベーションが急速に起こりつつあり、宇宙利用分野においても、IoT、ビッグデータ、AI（人工知能）を活用した新たなサイエンスやビジネスが創造される大変革時代を迎えつつある。

また、従来は政府主導で進められてきた宇宙開発に対して多数のベンチャー企業が宇宙ビジネスに参入することにより、小型衛星開発や惑星探査といったダイナミックなプロジェクトが形成されつつある。

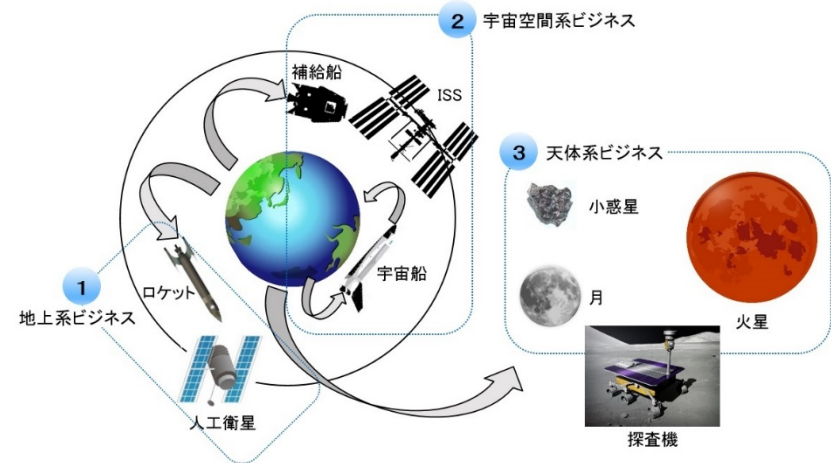
一方、政府においては、宇宙関連二法案（宇宙活動法及び衛星リモートセンシング法）が国会に提出され、民間による宇宙ビジネスの本格参入に向けた法制度が整備しつつあるところであり、同時に我が国における宇宙産業の活性化を目的とした、いわゆる「宇宙産業ビジョン」の検討が進められている。

宇宙利用に先駆的なイノベーションをもたらす宇宙産業を活性化するために、ICT分野の先端技術・基盤技術を積極的に活用した革新的なアプローチが必要となっており、ICTを活用した宇宙利用のイノベーション（“宇宙×ICT”）の具体化が期待されているところである。

以上の観点から、本懇談会では、ICTを活用した宇宙利用のイノベーションがもたらす新たな社会像やその実現方策等を検討することにより、我が国における戦略的な宇宙利用分野のイノベーションの創出をめざすこととする。

ICT産業の発展に牽引される 「新宇宙ビジネス」

新宇宙ビジネス



第一回 佐藤将史構成員（NRI）資料より

新しい宇宙ビジネスが世界的に生まれている
2017年は日本新宇宙ビジネス元年

●背景： 新宇宙ビジネスと官民の役割

第3回衛星通信

- ◆宇宙ビジネス全体のインフラを支える衛星通信

2 宇宙空間系ビジネス

第3回 宇宙資源探査

3 天体系ビジネス



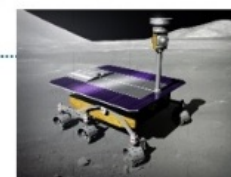
小惑星



火星



月



探査機

- ◆月面開発や火星探査など、これまで政府機関が科学的知見目的で国家プロジェクトとして実施してきた分野であるが、月資源火星探査を皮切りにビジネスとして民間企業の参入が始まる。

1

地上系ビジネス

第2回宇宙リモセン

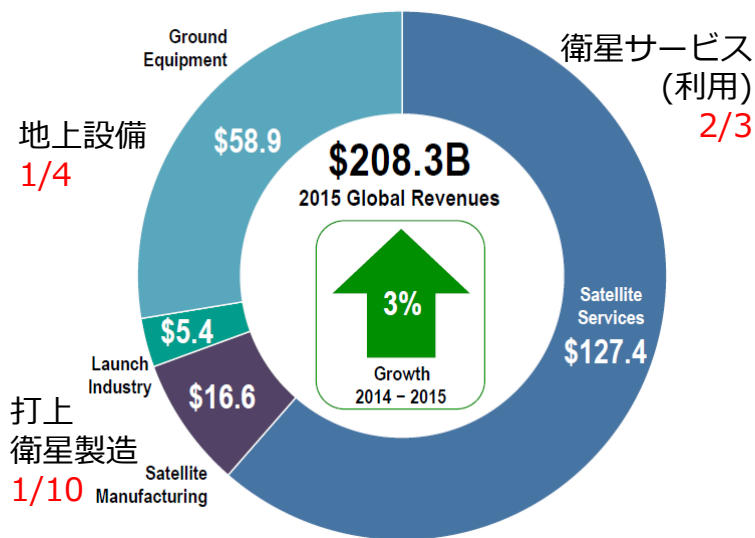
- ◆通信衛星やリモートセンシング衛星の開発・打上・運用と、それらのデータを利活用する地上産業。
- ◆既にビジネス化が進んでいる領域。年間2000億ドル以上と言われる宇宙産業市場は、現時点はここに集中。

民間主導産業

政府が主導して開発

●背景： 新宇宙ビジネスの現状

①世界の宇宙産業市場で最も大きなシェアは宇宙利用（衛星サービス）



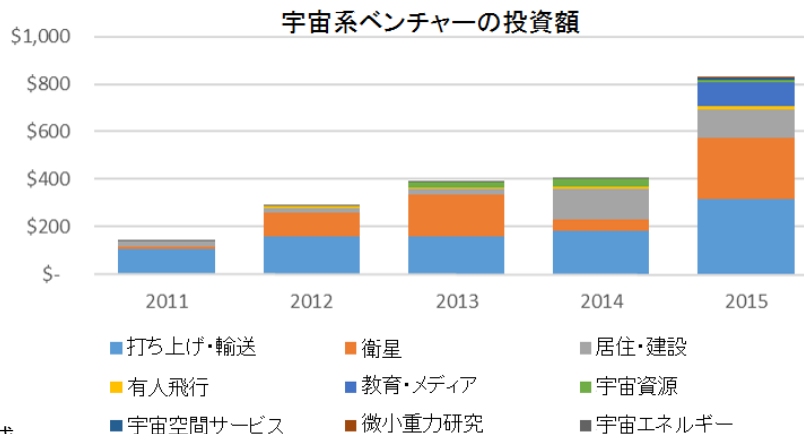
宇宙産業別の売上額の内訳（2015）
2016 State of Satellite Industry report ,SIA
第1回佐藤構成員資料から2016年版に事務局アップデート

約23兆円
2014-2015年で3%の伸び

②新宇宙ビジネスはベンチャー・非宇宙系企業の参加が特徴

企業属性		各企業の動向	
宇宙系	大企業	<ul style="list-style-type: none"> これまでの宇宙産業の牽引役 大型のロケット、衛星の高度化を追求 一部、ベンチャーとの事業提携等によるオープンイノベーションで新規分野を事業開拓 例) Airbus, Boeing, Lockheed Martin, Ball Aerospace, 三菱重工等 	従来
	ベンチャー	<ul style="list-style-type: none"> 地上系・宇宙空間系・天体系すべてに参入 政府・大企業との連携等、実施体制も多様 例) SpaceX, OneWeb, Made in Space, Deep Space Industries等 	新規
	非宇宙系	<ul style="list-style-type: none"> 技術提供や共同開発による宇宙系企業との提携 自ら主導し宇宙事業へ新規参入するケースも 投資や広告による宇宙系企業への資金提供 例) Google, Facebook, トヨタ, 三井物産, KDDI等 	新規

世界の宇宙系ベンチャー企業への投資額は年間8億ドル(約904億円) を超え（2015年）増加傾向



■ 打ち上げ・輸送 ■ 衛星 ■ 居住・建設
■ 有人飛行 ■ 教育・メディア ■ 宇宙資源
■ 宇宙空間サービス ■ 微小重力研究 ■ 宇宙エネルギー

●背景： 宇宙ビジネスを牽引する宇宙ベンチャー

2010年以降、米国を中心に世界的な宇宙ベンチャーブーム。2000年以降、世界の宇宙ベンチャーは合計133億ドル（約10兆円）の投資を集めており、およそ3分の2はここ5年間に集中（Tauri Group報告）

日本の主な宇宙ベンチャー（2010年前後から台頭）

	事業領域	企業名	創業年
地上系	ロケット (製造・打上げ)	インターステラ テクノロジズ	2013年
		アクセルスペース	2008年
	衛星 (製造・運用・ データ利用)	アストロスケール	2013年
		スペースシフト	2009年
		ALE	2011年
		QPS研究所	2005年
宇宙 空間系	有人飛行	PDエアロスペース	2007年
天体系	資源探査	ispace	2013年

●背景： 非宇宙系企業の参入

ICT産業・自動車産業などがさまざまな形態で参入

参入タイプ	企業名	主要分野	概要
自主事業	Google	情報通信	衛星ベンチャーの買収・事業展開
			Space X社の衛星コンステレーション計画へ出資
			月面賞金レースへの出資等
	Facebook	情報通信	自社衛星コンステレーション計画
	コマツ	建機	GNSS／衛星通信を用いた自動走行式建機システムの開発・実導入
投資	Coca-Cola	飲料	OneWebの衛星コンステレーション計画へ出資
	Qualcomm	通信	
	三井物産	商社	衛星ベンチャーのアクセルスペースへの出資
	伊藤忠	商社	
	ウェザーニューズ	情報サービス	
研究開発	東レ	素材	Space X社のロケットに炭素素材を材料供給
	KDDI	情報通信	Google Lunar Xprize参加チームへの技術提供・共同開発
	Audi	自動車	
	スズキ	自動車	米宇宙ベンチャーと提携・衛星通信技術を活用した次世代自動車MIRAIの開発
	トヨタ自動車	自動車	
	キャノン電子	電気・電子	
		ユーグレナ	ライフサイエンス
その他	電通	広告	「電通宇宙ラボ」を設置、日本企業の宇宙ビジネス参入を促進する活動を展開

●背景：宇宙関連2法が成立、新宇宙ビジネスの発展を推進

	2000年代以前	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
日本	2008 宇宙基本法						新宇宙基本計画	・宇宙活動法 ・衛星リモートセンシング法
米国	1992 陸域リモセン法 1998 商業宇宙活動法 2004 商業宇宙打ち上げ法改定	国家宇宙政策					新宇宙活動法	

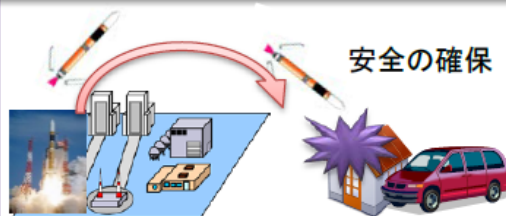
宇宙開発利用に関する宇宙条約等の実施や我が国の宇宙産業の発達を推進するため宇宙関連2法を制定（平成28年11月16日公布）。地上系ビジネス、宇宙空間系ビジネスの促進を支える。

第1回事務局資料

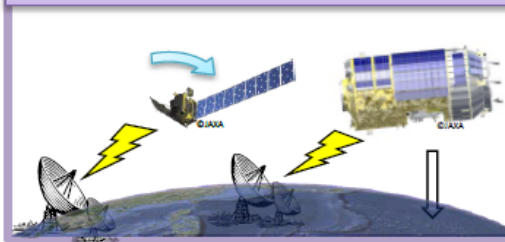
1. 宇宙活動法（人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律）

宇宙開発利用に関する諸条約の的確かつ円滑な実施と公共の安全の確保を図り、我が国の宇宙産業の健全な発達に資するための制度

1. 人工衛星等の打上げに係る許可制度



2. 人工衛星の管理に係る許可制度



3. 第三者損害賠償制度

打上げ実施者の負担

政府補償契約
(一定の金額)

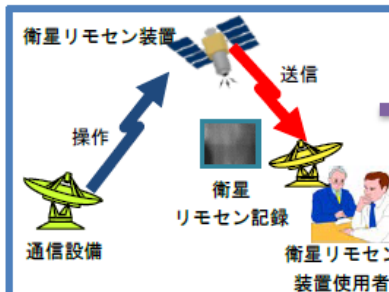
民間保険契約等
(ロケットの型式の設計、打上げ施設毎に定める金額)

（裁判所の斟酌）
事業者免責

2. 衛星リモセン法（衛星リモートセンシング記録の適正な取扱いの確保等に関する法律）

- 衛星リモセン装置の使用の適正を確保するための制度を導入。
(例) 適格性確認、セキュリティ対策、使用終了時の措置等
- 衛星リモセン装置により検出された衛星リモセン記録の提供に際して適正な取扱いを確保。
(例) 記録提供時の目的確認、提供先の制限等
- 我が国及び国際社会の平和及び安全の維持のため特に必要があると認める場合等における衛星リモセン記録の提供を制限。

①衛星リモセン装置の使用に係る制度



②衛星リモセン記録の提供制限



●第1回 宇宙×ICTの目指すところ 論点まとめ

●新宇宙産業

・既存の宇宙製造業に加え、ベンチャー企業や非宇宙系企業が参入し、新しい宇宙ビジネスが生まれている。宇宙関連2法案が成立し、新宇宙ビジネス発展の法的整備も整いつつあるところ。これら新宇宙ビジネスにおいてICT分野の先端技術・基盤技術を積極的に活用した革新的なアプローチを各重点分野において検討する

●人材育成

・博士号を取得し、宇宙×ICTベンチャーに挑戦するモデル人材の育成が必要ではないか。
・ベンチャーからアフターベンチャーになるビジョンが必要ではないか。
・宇宙×ICTにおけるアジア・オセアニアの中心となる留学生教育基盤の整備を検討するべきではないか。

●海外展開と日本の強み

・国内市場には限界。当初から海外展開を見据えたビジネスモデルが不可欠。
・ヨーロッパ、アメリカは技術的に先行。日本の強みの一つは「高品質」というブランド化ではないか。

衛星リモセン観測とデータ利活用



NICT

IoTと衛星データの融合によるサービス、統合サービス提供のツールとして衛星観測性能の最適化

観測・感測データの気象リスクコミュニケーションへの応用：
ウェザーニュース

博士号を取得後、宇宙×ICTベンチャー起業に挑戦

海洋養殖向け宇宙データサービス：ウミトロン

非宇宙系企業

宇宙×ICTによる付加価値創造
と新産業創出：凸版印刷

●第2回 宇宙リモセン×ICT 論点まとめ

●衛星データ利活用のための重要な視点

- ・衛星データをICTの文脈で捉え、IoT・データビジネスの一環としてビジネスをすすめることが重要（例：付加価値情報として観光やレジャーなどで利用など）
- ・高精度化・絶対評価よりは、高頻度データの活用により、変化量からデータ取得～ソリューション提供を完結するべき
- ・AIは衛星データ利活用の一つのプラットフォームになりつつある。いかにAIに大量の衛星データを食わせるか、グランドトゥールズをどのように確立するのか。
- ・コンステレーションや静止衛星により、通信や地球観測などにおいて衛星利用の弱点だったリアルタイム性が担保されてきている。ビヨンド5Gや第4次産業革命の中での戦略が必要
- ・小型衛星の荒精度高頻度データと大型衛星の高精度データ（校正用）は両方必要

●非宇宙系企業などのデータ利活用促進に必要なインフラ整備

- ・産業を促進するための衛星データのオープン&フリー化をどのように進めるか
- ・ウェブサイトなどからの自動化は必須
- ・データ利用側は衛星固有の情報不要。位置と時刻情報に基づき必要情報の取得ができるような整備が必要
- ・NICTテストベッドの利用方法

●衛星開発

- ・課題解決のための衛星。衛星は手段であり、最初に衛星ありきではない。公共であげられている多目的衛星のオープンにされているデータは使いにくい。目的に最適化した開発が必要。また、難しい技術でなくても既存技術におけるビジネス展開について議論が必要
- ・衛星開発の上で生まれる尖った技術は地上のさまざまなシーンへの裾野が広がる

Space-wide-webサービス 構想

5G: 多様なサービスに適応する多様な技術が混在(統合、連携) 拡張LTE、WiFi、ミリ波 LAN、光空間伝送網、etc

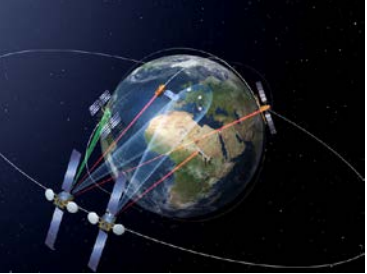
IoT/IoEの急速な進展: 「人與人」を繋ぐネットワークから、「人」「モノ」「サイバー世界」を繋ぐネットワークへ。センシング情報の収集・伝達。ビッグデータやAI等によって創造された価値情報の伝達

海運・航空機・金融・過疎地・インフラのない新興国や安全ではない地域など、多彩なユーザーが存在



静止-低軌道データ中継衛星

静止衛星から周回衛星の追尾により、ほぼ全球のデータを即時に受信可能な時代へ



- ・1983年からKaバンド等の電波を利用
- ・観測衛星搭載センサーの多機能化・高分解能化に伴いGEO-LEO間データ中継はGbpsオーダー。
- ・光通信は大容量。機器は小型・軽量化が可能。

これらを支える技術開発

- ・ **100Mbps級のブロードバンド通信を可能とする次期技術試験衛星の研究開発**
- ・ **HTS/SHTSにおける超大容量フィーダリンクの実現**
今後需要の増大が見込まれる航空機ブロードバンドサービスや、海洋資源調査等のための膨大なデータ伝送に必要な超大容量フィーダリンクを提供可能となる。
- ・ **高精細衛星リモセンデータ伝送の実現**
高精細化が進む衛星リモセンでは取得データが膨大となるため、そのダウンリンクの超大容量化が必須。数十Gbpsのダウンリンクを提供可能な唯一の手段

- ・ アクティブフェーズドアレイアンテナ技術
- ・ オンボードプロセッシング技術
- ・ 車両/航空機用低プロファイルアンテナ技術
- ・ デジタルビームフォーマー(DBF) 技術
- ・ チャネライザ技術
- ・ 高利得大型反射鏡アンテナ技術

●第3回 宇宙通信× ICT 論点まとめ

●Space-wide-wedサービス構想の実現に向けての課題

- ・5G、IoT、次世代HTS、UAV、UAS、低軌道、静止衛星、陸海空といった多彩な通信技術の連携が必要ではないか
- ・サービス創出支援のための環境整備を行う必要があるのではないか
- ・地上一衛星間通信の確保が必要ではないか
- ・次世代の衛星通信技術の研究開発による競争力確保が必要ではないか
 - 1)光通信機器をさらに高速化・小型化する技術開発
 - 2)高周波への移行などによる電波通信アンテナの小型化
- ・通信コストの低下は産業育成を促進する

●体力の強化

- ・国内小型衛星ベンチャー等を巻き込んだコンソーシアムを形成し、打ち上げ手段の確保や、技術実証ができる協力学キームを形成し、日本として競争力をもって推進する体制を構築すると良いのではないか

●通信インフラ整備

- ・今後、月などへの探査が増加すると通信量が増加。地上通信に加え、地球一月間、月面での通信インフラが必要

2030年の地球・月・火星生活圏

小型・低コスト・高頻度な探査システムの開発

・ ispace : 月水資源探査ビジネス。30kg程度のペイロードを輸送し、4kg未満の超小型ローバーにより月面を移動

・ NICT : テラヘルツ技術により小型軽量化を実現。リモセン観測により火星の酸素と水の探査



・ 月面開発や火星探査など、これまで政府機関が科学的知見目的で国家プロジェクトとして実施してきた分野であるが、月資源探査を皮切りにビジネスとして民間企業の参入が活発化。衛星の運用、宇宙輸送、宇宙拠点運用などの数の増大でエネルギー需要が高まる中、燃料などを地球から宇宙に運び上げるとコストは膨大に。他方で、宇宙で獲得したエネルギー源を宇宙で使用する場合、月からの宇宙内移動及び輸送のための燃料輸送コストは地球からの燃料輸送コストの約100分の1という試算。水資源は、電気分解により水素を生成し液体燃料、エンジン燃料、燃料電池等の形でエネルギー源として使用可能。宇宙資源開発に必要な打上ロケット、深宇宙探査機、着陸船、ロボット、センシング等の技術が徐々に確立されつつあり、それがこういった宇宙資源開発の近い将来の現実性を技術的に裏打ち。

・ JAXA、NASA、ESAなど世界の宇宙14機関が参加するISECC（国際宇宙探査協働グループ）は、2030年の有人火星探査実現に向けた国際宇宙探査ロードマップを策定

- 各国の宇宙資源開発系ベンチャーも現時点では技術の検討段階。世界でも法律整備・規格形成はこれからというフェーズのICT課題である。国としての重点支援課題のためには以下の議論が必要。
- 宇宙資源探査の実現に向けて、ICTが果たすべき役割や技術開発課題（例：月・火星通信技術、テラヘルツを用いた水・酸素資源探査用小型センサー技術、低コスト化、等）
- 我が国の強み、弱みを踏まえた、宇宙資源探査分野における我が国のビジネス戦略、技術開発戦略（リソースを集中すべき事項／他国との連携を推進すべき事項等）